

Element in integrated optics

Patent Number: DE3600458

Publication date: 1986-07-10

Inventor(s): NOLTING HANS-PETER DR ING (DE)

Applicant(s): HERTZ INST HEINRICH (DE)

Requested Patent: DE3600458

Application Number: DE19863600458 19860107

Priority Number(s): DE19863600458 19860107; DE19853500531 19850107

IPC Classification: G02F1/015; G02B6/12; H01L27/14; H01S3/19

EC Classification: G02B6/12C, G02B6/12P, G02F1/025

Equivalents:

Abstract

In an element in integrated optics, monolithically integrated electrooptical components for controllably changing the phase angle and the polarisation state of a guided light wave are provided. The coatings consist of III-V mixed crystals from which electrooptical and optoelectrical transducers as well as electronic integrated circuits can also be constructed. This permits comprehensive monolithic integration. The optical axis, preferably in [110]-direction, and the directions for electric fields form a rectangular orthogonal system and are then situated in the [001]- and [110]-directions, respectively, both in the case of (001)- and of (110)-substrates. Horizontal and vertical electric fields interchange their roles with respect to their effects on phase angle and polarisation state of the guided light wave for (001)- and (110)- orientations.



Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑯ Aktenzeichen: P 36 00 458.8
 ⑯ Anmeldetag: 7. 1. 86
 ⑯ Offenlegungstag: 10. 7. 86

Offenlegungsschrift

⑯ Innere Priorität: ⑯ ⑯ ⑯
 07.01.85 DE 35 00 531.9

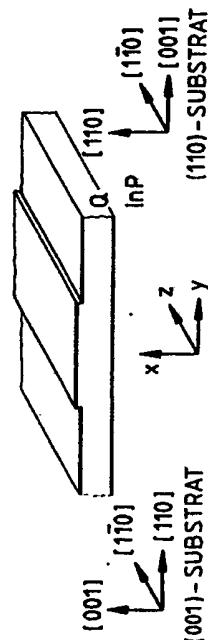
⑯ Erfinder:
 Nolting, Hans-Peter, Dr.-Ing., 1000 Berlin, DE

⑯ Anmelder:

Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin
 GmbH, 1000 Berlin, DE

⑯ Bauelement der integrierten Optik

Bei einem Bauelement der integrierten Optik sind monolithisch integrierte elektro-optische Komponenten zur steuernbaren Änderung der Phasenlage und des Polarisationszustandes einer geführten Lichtwelle vorgesehen, wobei die Schichten aus III-V-Mischkristallen bestehen, aus denen auch elektro-optische und opto-elektrische Wandler sowie elektronische integrierte Schaltungen aufgebaut werden. Dies ermöglicht eine umfassende monolithische Integration. Die optische Achse, bevorzugt in [110]-Richtung, und die Richtungen für elektrische Felder bilden ein rechtwinkliges Orthogonalsystem und liegen dann sowohl bei (001)- als auch bei (110)-Substraten in [001]- bzw. [110]-Richtung. Horizontale bzw. vertikale elektrische Felder vertauschen bezüglich ihrer Auswirkungen auf Phasenlage und Polarisationszustand der geführten Lichtwelle bei (001)- bzw. (110)-Orientierung ihre Rolle.



01 HEINRICH-HERTZ-INSTITUT FÜR NACHRICHTENTECHNIK BERLIN
GMBH

11/0185 DE

Patentansprüche

05

1. Bauelement der integrierten Optik mit monolitisch integrierten elektro-optischen Komponenten zur steuerbaren Änderung der Phasenlage und des Polarisationszustandes einer Lichtwelle mittels horizontal bzw. vertikal sowie senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Lichtwelle in einem Wellenleiter verlaufender elektrischer Felder, für deren Erzeugung seitlich vom Wellenleiter oder diesen zumindest teilweise überdeckende Elektroden vorgesehen sind,
15 gekennzeichnet durch Schichtmaterial auf der Basis von III-V-Mischkristallen, das auch eine monolithische Integration elektronischer Schaltungen erlaubt, und durch seitlich des Wellenleiters angebrachte Elektroden zur Erzeugung horizontaler elektrischer Felder sowie durch - auch bei Komponenten aus III-V-Material an sich bekannte - den Wellenleiter zumindest teilweise überdeckende Elektroden für die Erzeugung vertikal verlaufender elektrischer Felder, welche monolithisch integrable, wahlweise oder gleichzeitig die Polarisierung und/oder Phasenlage der im Wellenleiter geführten Lichtwelle beliebig veränderbare Komponenten bilden.

2. Bauelement nach Anspruch 1,
30 gekennzeichnet durch ein Substrat mit (001)-Orientierung, bei dem die optische Achse des Wellenleiters parallel zur $[1\bar{1}0]$ -Richtung des Kristallgitters gelegt ist, die der z-Achse des Bauelements entspricht, und vertikale elektrische Felder

01 parallel zur [001]-Richtung bzw. der x-Achse und horizontale elektrische Felder parallel zur [110]-Richtung bzw. zur y-Achse verlaufen.

05 3. Bauelement nach Anspruch 1,
gekennzeichnet durch
ein Substrat mit (110)-Orientierung, bei dem die optische Achse des Wellenleiters parallel zur [110]-Richtung des Kristallgitters gelegt ist, die der z-Achse des

10 Bauelements entspricht, und vertikale elektrische Felder parallel zur [110]-Richtung, bzw. der x-Achse und horizontale elektrische Felder parallel zur [001]-Richtung bzw. zur y-Achse verlaufen.

15 4. Bauelement nach Anspruch 2 oder 3,
gekennzeichnet durch
eine Ausbildung der zur Erzeugung elektrischer Felder dienenden Elektroden mittels pn-Übergängen, welche seitlich bzw. ober- und unterhalb des lichtführenden

20 Wellenleiters angeordnet sind.

5. Bauelement nach Anspruch 4,
gekennzeichnet durch
N Sektionen von je zwei Elektroden-Paaren zur Erzeugung

25 horizontal verlaufender elektrischer Felder, wobei die Elektroden-Paare innerhalb einer Sektion antiparallel gepolt sind.

6. Bauelement nach Anspruch 4 oder 5,
30 gekennzeichnet durch
ein p^+ -dotiertes Diffusionsgebiet (Kontaktfläche) an der Oberseite und ein n^+ -dotiertes Substrat als Kontaktfläche an der Unterseite des Wellenleiters als Quel-

01 le des vertikalen elektrischen Feldes innerhalb des Wellenleiters.

7. Bauelement nach Anspruch 4 oder 5,
05 gekennzeichnet durch ein tiefes p^+ -Diffusionsgebiet auf der einen und ein tiefes n^+ -Diffusionsgebiet auf der anderen Seite des Wellenleiters als Quelle des horizontalen elektrischen Feldes in dem Wellenleiter, und ein semi-isolierendes 10 Substrat als Träger des Halbleiter-Bauelements.

8. Bauelement nach Anspruch 4 oder 5,
gekennzeichnet durch ein tiefes p^+ -Diffusionsgebiet auf jeder Seite des 15 Wellenleiters, ein n^+ -Diffusionsgebiet auf der Oberseite und ein semi-isolierendes Substrat (z.B. InP) als Träger des Halbleiter-Bauelements.

9. Bauelement nach Anspruch 4 oder 5,
20 gekennzeichnet durch ein tiefes p^+ -Diffusionsgebiet auf jeder Seite des Wellenleiters und eine Zone aus p^+ -dotiertem Indiumphosphid als Puffer zwischen Wellenleiter und Träger-Substrat.

25 10. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
gekennzeichnet durch eine monolithische Integration von optischen, elektro-optischen und elektronischen Komponenten.

Bauelement der integrierten Optik

05 Die Erfindung bezieht sich auf ein Bauelement der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 genannten Art.

W 10 In der optischen Nachrichtentechnik gewinnen Monomodesysteme zunehmend an Bedeutung. Bei der Übertragung von Lichtsignalen mittels Monomodefasern wird im allgemeinen der Polarisationszustand einer Lichtwelle am Anfang und am Ende einer Übertragungsstrecke nicht derselbe sein. Auf der Empfangsseite ist es deshalb beispielsweise erforderlich, den ursprünglichen Polarisationszustand wieder herzustellen. Auch auf der 15 Sendeseite besteht die Möglichkeit, die zu übertragende Information in Form einer Polarisations- oder Phasenmodulation einer Lichtwelle aufzuprägen.

20 Hierzu ist eine allgemeine Polarisations-Transformation durchzuführen, d.h. es ist erforderlich, sowohl den Polarisationswinkel θ als auch den Phasenwinkel ϕ zu verändern. Das bedeutet, ein allgemeiner Polarisationstransformator muß in der Lage sein, jedes beliebige Paar von Input-Größen $(\theta_i; \phi_i)$ in jedes gewünschte Paar von 25 Output-Größen $(\theta_o; \phi_o)$ zu verwandeln. Derartige Beeinflussungen optischer Parameter können vorteilhaft mit Hilfe des elektrooptischen Effekts herbeigeführt werden.

30 Aus "IEEE Journal of Quantum Electronics", Band QE-17, Nr. 6 (Juni 1981) Seiten 965 bis 969 (R.C. Alferness) ist eine elektro-optische Einrichtung zur Wellenleitung bekannt, mit der eine solche allgemeine Polarisationstransformation durchgeführt werden kann. Hierzu sind eingangs- und ausgangsseitig jeweils ein Phasen- 35

01 schieber und dazwischen ein TE/TM-Modenkonverter vorgesehen. Diese drei Komponenten befinden sich in separaten Sektionen auf nur einem Substrat aus Lithiumnität (LiNbO₃) bzw. Lithiumtantalat (LiTaO₃). Bei derartigem, elektrisch nicht leitenden Material lassen sich vertikale und auch horizontale elektrische Felder in einfacher Weise durch ober- bzw. unterhalb des Wellenleiters sowie durch seitlich vom Wellenleiter angeordnete Elektroden erzeugen.

10 Derartige Komponenten der integrierten Optik lassen sich mit herkömmlichen elektronischen Schaltungen zu hybriden Aufbauten verknüpfen. Angestrebt wird jedoch, optische und elektronische Komponenten mit dem Ziel 15 einer monolithischen Integration in einer einheitlichen Technologie herzustellen. Für diese Zwecke sind III-V-Materialien, also Halbleiter-Mischkristalle insbesondere der Materialien Galliumaluminiumarsenid/Galliumarsenid (GaAlAs/GaAs) und Indiumgalliumarsenidphosphid/Indiumphosphid (InGaAsP/InP) geeignet. Diese Materialien bilden eine kubische Gitterstruktur der Punktgruppe $\bar{4}3\text{ m}$.

25 Aus der Festkörperphysik ist zur Struktur dieser Mischkristalle bekannt, daß aus Symmetriegründen die (100)-, (010)- und (001)-Flächen äquivalent sind, eine bevorzugte Spaltrichtung in der (110)-Ebene dieser Kristalle verläuft und eine bevorzugte Ausbreitungsrichtung für 30 Lichtwellen in [110]-Richtung liegt. Wirkt auf eine derart geführte Lichtwelle ein elektrisches Feld in Richtung der [001]-Achse ein, ergibt sich eine Phasenverschiebung; für eine Änderung des Polarisationszustandes wird ein elektrisches Feld in Richtung der [110]-Achse benötigt.

01 Der aus "IEEE Journal of Quantum Electronics", Bd. QE-18
Nr. 4 (April 1982), Seiten 763 bis 766 (F.K. Reinhart
et al) bekannte Polarisationsmodulator - POLAM - ist
auf einem (110)-orientierten Galliumarsenid- (GaAs-)
05 Substrat aufgebaut und enthält einen erhabenen Rippen-
wellenleiter - RWG - in einer Schicht aus aufgewachse-
nem Aluminiumgalliumarsenid (AlGaAs). Ein vertikales,
hier also in [110]-Richtung verlaufendes elektrisches
Feld wird durch Elektroden erzeugt, die sich ober- bzw.
10 unterhalb des Wellenleiters befinden. Die Phasenlage
kann mit dieser Anordnung nicht ebenfalls verändert
werden. Es wird zwar erwähnt (vgl. a.a.O., Seite 765,
linke Spalte, 4. Absatz), daß auch eine allgemeine Po-
15 larisations-Transformation entsprechend der oben be-
reits erwähnten Veröffentlichung (Alfernness) durchführ-
bar sein soll, jedoch werden die dazu notwendigen Maß-
nahmen ausdrücklich nicht näher erläutert.

A Hier nun setzt die Erfindung ein. Ihr liegt die Aufgabe
20 zugrunde, eine Anordnung zu schaffen, mit der - ähnlich
der Lösung von Alfernness - eine allgemeine Polarisati-
ons-Transformation zu bewerkstelligen ist, zudem aber
auch die monolithische Integration insbesondere mit op-
tisch aktiven Komponenten und elektronischen Schaltun-
25 gen auf demselben Substrat erfolgen kann. Aus der Sicht
der von Reinhart et al bekannten Lösung ist zwar vom
Material her die Möglichkeit für eine derartige komplet-
te Integration vorhanden; es müssen aber dazu noch die
Voraussetzungen für die Realisierung einer allgemeinen
30 Polarisationstransformation, also zur Beeinflussung
sowohl der Phase als auch der Polarisierung auf demsel-
ben Substrat geschaffen werden.

01 Gelöst wird diese Aufgabe durch die mit dem Gegenstand des Patentanspruches 1 aufgezeigte technische Lehre. Als Elektroden zur Erzeugung elektrischer Felder sind dabei elektrisch kontaktierte Potentialflächen bzw.

05 Zonen zu verstehen, zwischen denen sich über eine bestimmte Distanz ein Spannungsunterschied aufrechterhalten lässt. Dies ist mit einem Dielektrikum zwischen den Potentialflächen verhältnismäßig leicht realisierbar. Bei Halbleitermaterial müssen dafür Raumladungszonen

10 vorhanden sein, die z.B. durch pn-Übergänge zwischen den einzelnen Schichten gebildet werden und vertikale elektrische Felder ermöglichen. Zur Erzeugung horizontaler elektrischer Felder in einer Halbleiterschicht werden bei der erfindungsgemäßen Lösung ebenfalls Raum-

15 ladungszonen geschaffen, in denen elektrische Felder zumindest eine wesentliche, horizontal verlaufende Komponente aufweisen.

20 Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung benutzen die $[1\bar{1}0]$ -Richtung des Kristallgitters für die Richtung der optischen Achse des Wellenleiters. Bei Substraten mit (001) -Orientierung und solchen mit (110) -Orientierung sind somit für die Ausbreitung von Lichtwellen dieselben Voraussetzungen gegeben, d.h. derartige Bau-

25 elemente auf unterschiedlich orientierten Substraten lassen sich bezüglich der Lichtausbreitungseigenschaften ohne weiteres miteinander verknüpfen. Ein elektrisches Feld in $[001]$ -Richtung, das eine Phasenverschiebung bewirkt, verläuft bei einem (001) -Substrat

30 vertikal, bei einem (110) -Substrat horizontal. Entsprechend verläuft ein elektrisches Feld in $[110]$ -Richtung für eine Änderung des Polarisationszustandes bei einem (001) -Substrat horizontal, bei einem (110) -Substrat vertikal.

01 Bei diesen beiden genannten Orientierungen bilden also die Ausbreitungsrichtung der Lichtwelle und die Richtungen der beiden elektrischen Felder zusammen ein orthogonales Dreibein, das für beide Orientierungen von Substraten identisch ist. Je nachdem, ob es sich um ein (001)- oder um ein (110)-Substrat handelt, sind lediglich die Rollen der beiden elektrischen Felder bezüglich ihrer Polarisations- bzw. Phasenbeeinflussung vertauscht.

10 Besonders bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung weisen eine Ausbildung der zur Erzeugung elektrischer Felder dienenden Elektroden mittels pn-Übergängen auf, welche seitlich bzw. ober- und unterhalb des lichtführenden Wellenleiters angeordnet sind. Derartige pn-Übergänge können in Planartechnologien durch Diffusion, Ionenimplantation, bei der Epitaxie oder dergleichen realisiert oder auch als Schottky-Kontakt ausgebildet werden. Die Feldverteilungen, die sich auf diese Weise erzeugen lassen, sind allerdings insofern etwas unterschiedlich, als ein gewünschtes horizontales Feld auch eine Komponente in vertikaler Richtung aufweist. Vertikale Felder hingegen lassen sich in nahezu reiner Form, d.h. ohne ins Gewicht fallende Horizontalkomponenten erzeugen.

15 20 25 30 In der nachfolgenden Tabelle sind für die beiden genannten Substrat-Orientierungen die Auswirkungen eines vertikalen elektrischen Feldes - Typ A genannt - und eines horizontalen elektrischen Feldes - Typ B genannt - zusammengefaßt:

01	Elektrisches Feld Substrat- Orientierung	Typ A (rein) - vertikal -	Typ B (überwiegend) - horizontal -
05	(001)	Phase (Φ)	Polarisation (θ)
	(110)	Polarisation (θ)	Phase (Φ)

Für eine vollständige TE/TM-Modenkonversion muß beispielweise eine Phasen-Fehlanpassung zwischen TE- und TM-Welle, die auch als Modendispersion bezeichnet wird, kompensiert werden. Ausführungsformen der Erfindung können vorteilhaft zu diesem Zweck mit N Sektionen von je zwei Elektroden-Paaren zur Erzeugung horizontal verlaufender elektrischer Felder ausgebildet sein, wobei die Elektrodenpaare innerhalb einer Sektion antiparallel gepolt sind. Hiermit werden insbesondere folgende Möglichkeiten eröffnet:

- Befinden sich die Gegenelektroden jeweils auf der Unterseite des Substrats, sieht eine sich fortpflanzende Lichtwelle bei Ansteuerung jeweils der linken oder rechten, seitlich vom Wellenleiter befindlichen Elektrode horizontale Komponenten des elektrischen Feldes mit invertiertem Richtungssinn.
- Bilden die seitlichen Elektroden die Quellen des horizontalen elektrischen Feldes, treten nur vernachlässigbar geringe vertikale Komponenten auf. Allerdings verteilt sich das horizontale Feld planar, d.h. auch zwischen benachbarten, auf derselben Seite des Wellenleiters befindliche und mit unterschiedlichem

01 Potential belegte Elektroden. Die parallel zur Ausbreitungsrichtung der Lichtwelle verlaufenden Komponenten des elektrischen Feldes beeinflussen weder die Phase noch die Polarisation signifikant.

05

- Durch Beschaltung derartiger Elektroden entsprechend dem Prinzip eines Synchron-Motors - vgl. "IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques", Band MTT-30, No. 4 (April 1982) Seiten 613 bis 617

10 (F. Heismann; R. Ulrich) - können Phasenverschiebungen in unbegrenztem Umfang, d.h. ohne Rücksetzungen (reset) durchgeführt werden.

B

15 Einzelne Ausführungsformen der Erfindung, insbesondere auch die in weiteren Unteransprüchen als bevorzugt angegebenen, werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

20 Fig. 1: eine perspektivische, schematische Darstellung eines Bauelements gemäß der Erfindung mit den Angaben zu den Achsenrichtungen dieses Bauelements und den zugeordneten Kristallachsen für ein (001)- bzw. ein (110)-Substrat;

25 Fig. 2: eine schematische Darstellung der Anordnung der Elektroden für die Erzeugung eines vertikalen elektrischen Feldes;

Fig. 3: eine schematische Darstellung der Anordnung der Elektroden für die Erzeugung eines horizontalen elektrischen Feldes;

30 Fig. 4 und 5: schematische Darstellungen für die Anordnung von Elektroden zur Erzeugung elektrischer Felder mit überwiegend hori-

01 zontalen Komponenten im Bereich der Lichtwellenleitung
und Fig. 6: eine schematische Darstellung unterschiedlich ansteuerbarer seitlicher Elektroden.

05 Ein Bauelement der integrierten Optik gemäß Fig. 1 besitzt einen als erhabene Rippe ausgebildeten Wellenleiter auf einem Substrat aus III-V-Halbleiter-Mischkristallen, beispielsweise einer Schicht Q aus quaternärem
10 Material. Die optische Achse des Wellenleiters liegt in Richtung der z-Achse des Bauelements. Die x-Achse des Bauelements verläuft vertikal, die y-Achse horizontal.

15 Für ein (001)-Substrat aus III-V-Material verlaufen die Kristallachsen $[001]$ parallel zur x-Achse, $[110]$ parallel zur y-Achse und $[1\bar{1}0]$ parallel zur z-Achse des Bauelements; für ein (110)-Substrat sind $[110]$ parallel zur x-Achse des Bauelements, $[001]$ parallel zur y- und
20 $[1\bar{1}0]$ auch hier parallel zur z-Achse. Bei beiden Orientierungen stimmen also die Richtungen der optischen Achsen überein. Elektrische Felder zur Beeinflussung der Phase müssen in $[001]$ -Richtung, zur Beeinflussung der Polarisation in $[110]$ -Richtung verlaufen. Das heißt,
25 zwischen (001)- und (110)-orientierten Substraten vertauschen vertikale und horizontale elektrische Felder ihre Rolle bezüglich ihrer Auswirkungen auf Phasenlage bzw. Polarisationszustand einer sich in $[1\bar{1}0]$ -Richtung fortpflanzenden Lichtwelle.

30 Aus physikalischen Gründen sind bei Kristallen mit kubischem Gitter die (100)-, (010)- und (001)-Orientierungen äquivalent.

BAD ORIGINAL

01 Für die monolithische Integration von unterschiedlichen Komponenten in Bauelementen der integrierten Optik ist III-V-Material deshalb besonders gut geeignet, weil es halbleitend ist, also auch elektronische Bauelemente
05 und Schaltungen in diesem Material herstellbar sind, und weil für Laser, für Photodioden und für Wellenleiter jeweils für bestimmte Wellenlängen optimale Misch-Kristallzusammensetzungen ausgewählt und in Planartechnologien auf ein einziges Substrat aufgebracht werden
10 können.

Ein Wellenleiter muß nicht - wie in Fig. 1 dargestellt - als Rippe ausgebildet sein. Es können auch Streifenwellenleiter in der Lichtwellen leitenden planaren Schicht
15 durch Diffusion, Ionenätzen, Ionenimplantation, Metallbekleidung und dergleichen erzeugt werden.

Wesentlich für die erfindungsgemäße Lösung ist es, daß für die Maßnahmen zur Beeinflussung von Phase und Polarisierung separate Sektionen nicht unbedingt erforderlich, jedoch auch möglich sind. Das heißt, die Elektrodenanordnungen für die Erzeugung horizontal und vertikal verlaufender Felder können sich an derselben Stelle befinden, soweit dies konstruktiv möglich ist, und gegebenenfalls gleichzeitig, auf jeden Fall wahlweise in
25 Funktion gesetzt werden.

Die in den Fig. 2 bis 5 dargestellten Ausbildungen und Anordnungen von Potentialflächen, zwischen denen elektrische Felder in elektrisch halbleitendem Material erzeugt werden können, haben gemeinsam, daß pn-Übergänge geschaffen werden.

01 Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform besteht
der optische Wellenleiter aus einer Rippe auf einer
schwach n-leitenden quaternären Schicht mit einem stark
n-leitend dotierten InP-Substrat. Im Bereich der Rippe
05 befindet sich ein flach ausgebildetes, stark p-dotier-
tes Gebiet, das z.B. durch eine Cadmiumoxidschicht kon-
taktiert ist. Unterhalb des stark n-leitenden Substrat-
materials ist die Gegenelektrode angebracht. Es bildet
sich ein vertikales elektrisches Feld in der Lichtwel-
10 len leitenden n⁻-Schicht aus.

Eine Ausführungsform gemäß Fig. 3 besitzt in einer
semiisolierenden quaternären und transparenten Schicht
beiderseits des Wellenleiters stark n- bzw. stark p-
15 dotierte Zonen, die z.B. mittels metallischer Beläge
elektrisch kontaktierbar sind. Zwischen diesen beiden,
unterschiedlich leitenden Zonen bildet sich bei Anle-
gen einer Spannung ein horizontales elektrisches Feld
aus. Als Substrat dient hierbei semiisolierendes Indi-
20 umphosphid.

Gemäß Fig. 4 können beiderseits des Wellenleiters, der
die Breite w aufweist, in einer schwach n-leitenden
quaternären und transparenten Schicht zwei stark p-lei-
25 tende Zonen erzeugt werden, die entsprechend Fig. 3 mit
einem Metall belegt und elektrisch kontaktiert sind.
Über das semiisolierende Indiumphosphid-Substrat bildet
sich zu einer Gegenelektrode hin, die durch eine stark
n-leitende kleine Zone mit einer Metallbelegung eben-
30 falls auf der quaternären Schicht ausgebildet ist, ein
elektrisches Feld aus, das eine überwiegend horizontal
verlaufende Komponente in der transparenten Schicht
aufweist.

01 Hiervon unterscheidet sich die Ausführungsform gemäß Fig. 5 dadurch, daß unterhalb der transparenten quaternären Schicht Q eine schwach n-leitende Schicht aus Indiumphosphid auf einem stark n-leitenden InP-Substrat
05 vorgesehen sind und sich die Gegenelektrode auf der Unterseite des Substrats befindet.

Die in Fig. 6 dargestellte Ausbildung unterschiedlich ansteuerbarer Elektroden-Paare, die sich beiderseits 10 eines Wellenleiters, in N Sektionen befinden, wobei innerhalb jeder der Sektionen jeweils zwei derartige Paare zusammengefaßt sind, ermöglichen z.B. eine periodische Invertierung des Richtungssinns eines horizontalen elektrischen Feldes. Von den auf diese Weise erzielbaren 15 Vorteilen sind die wichtigsten bereits weiter oben schon erwähnt.

Nummer: 36 00 458
Int. Cl. 4: G 02 F 1/015
Anmeldetag: 7. Januar 1986
Offenlegungstag: 10. Juli 1986

- 17 -

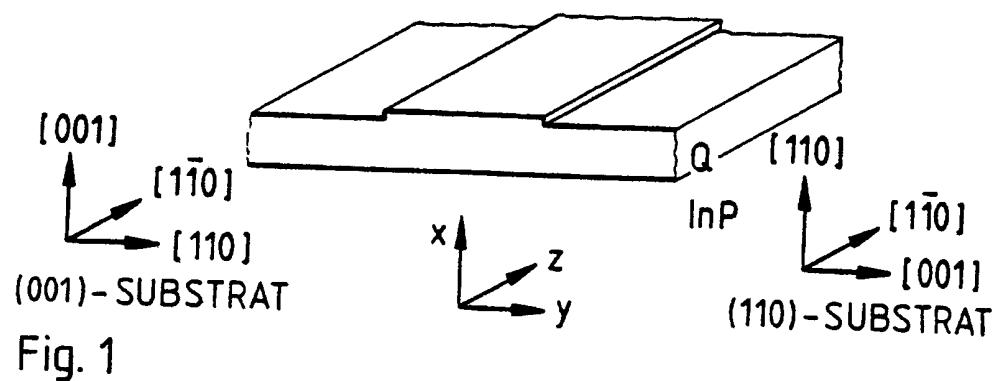
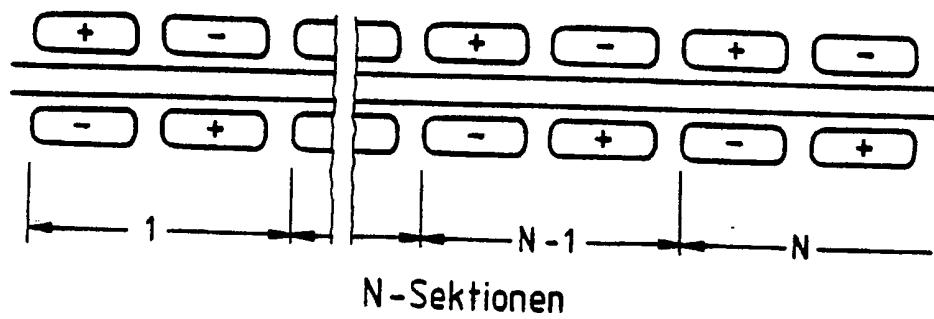


Fig. 1

Fig. 6



ORIGINAL INSPECTED

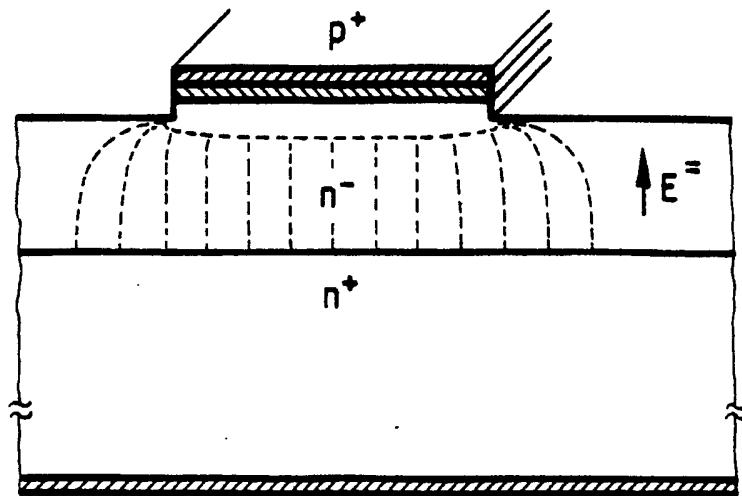


Fig. 2

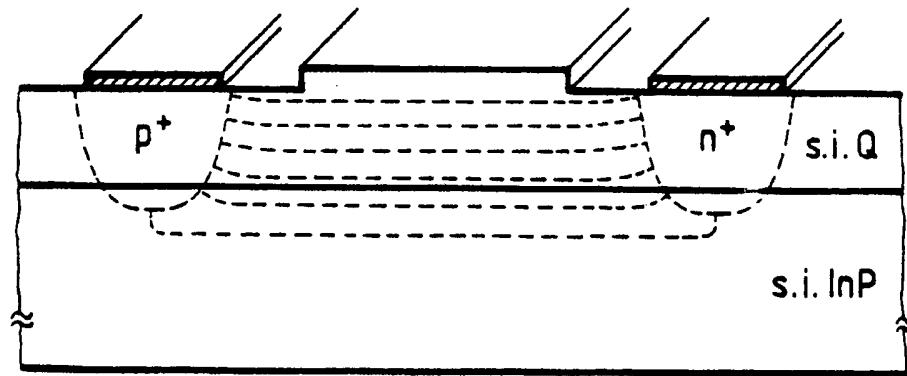


Fig. 3

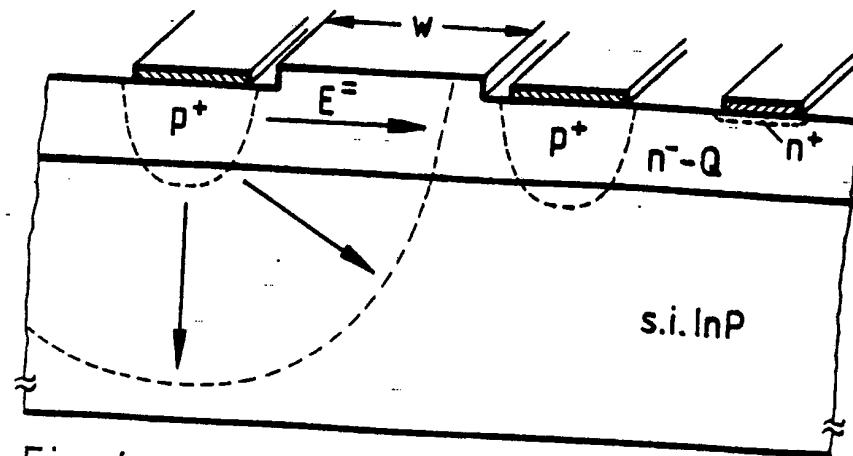


Fig. 4

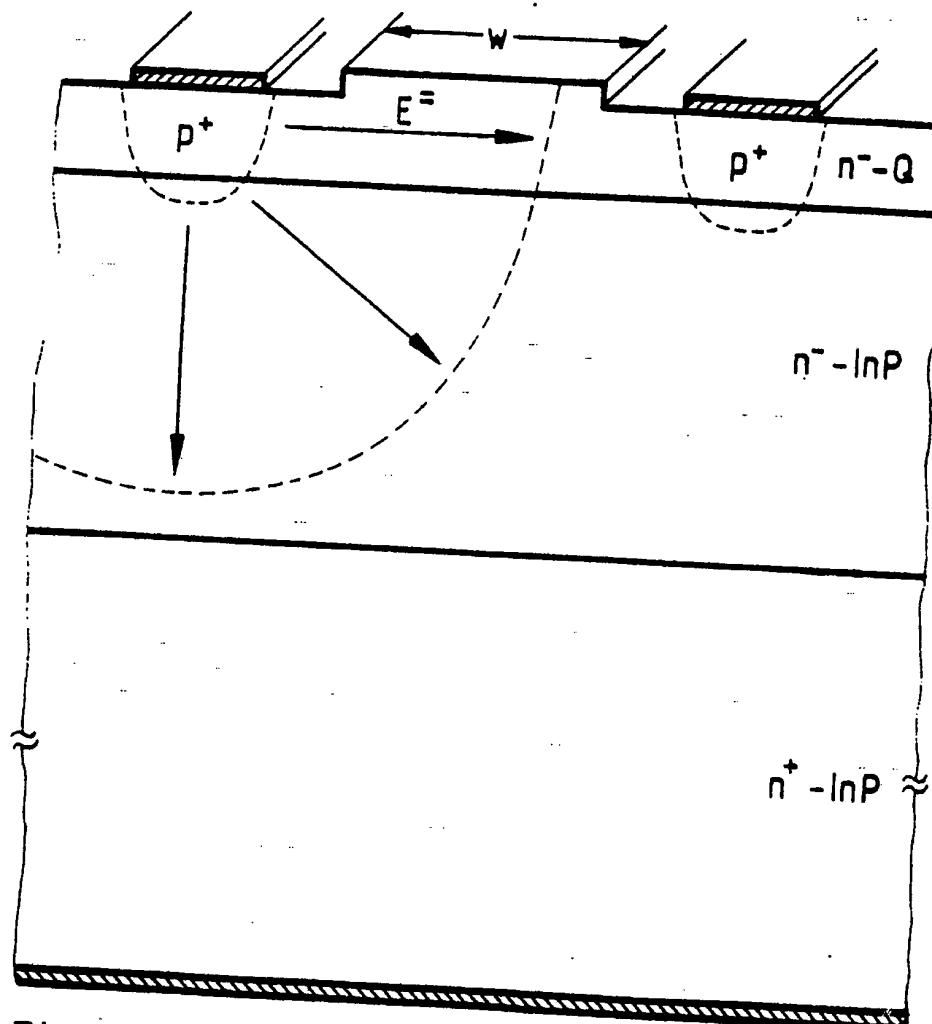


Fig. 5